

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juni 2001 (21.06.2001)

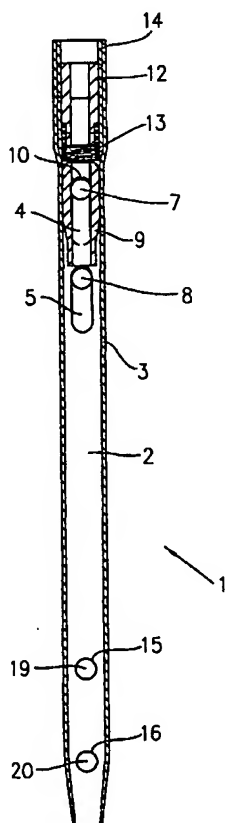
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/43652 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61B 17/72** (74) Anwalt: SKUHRA, Udo; Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, Postfach 44 01 51, 80750 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/11595**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
21. November 2000 (21.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
199 60 507.6 15. Dezember 1999 (15.12.1999) **DE**
- (71) Anmelder und
(72) Erfinder: **MITTELMEIER, Wolfram [DE/DE]; Angerweg 1, 81735 München (DE).**
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **AU, CA, JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): **europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).**
- Veröffentlicht:**
— *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: **COMPRESSION BONE NAIL**

(54) Bezeichnung: **KOMPRESSIONS-KNOCHENNAGEL**



(57) Abstract: The invention relates to a compression bone nail (1) for compressing bone fragments (17a, 17b) pertaining to a bone (17). The inventive compression bone nail comprises an elongated nail body (2) provided with longitudinal slots (4, 5) at one end for receiving interlocking-securing means (7, 8) for a bone fragment (17a). At least one sliding body (9) which can be inserted into the nail body (2) is provided with a guide bore (10) that receives a first interlocking-securing means (7). The sliding body (9) tapers in a direction towards the middle of the nail body (2) and contacts a second interlocking-securing means (8) by means of a contact surface (11). A tensing element engages with the end of the nail body (2) and forces the sliding body (9) with the contact surface (11) against the second interlocking-securing means (8).

(57) Zusammenfassung: Kompressions-Knochennagel (1) zur Kompression von Knochenfragmenten (17a, 17b) eines Knochens (17) mit: einem länglichen Nagelkörper (2) der an mindestens einem Ende Längsschlitze (4, 5) zur Aufnahme von Verriegelungs-Befestigungsmitteln (7, 8) für ein Knochenfragment (17a) aufweist; mindestens einem in dem Nagelkörper (2) einsetzbaren Gleitkörper (9), der eine Führungsbohrung (10) zur Aufnahme eines ersten Verriegelungs-Befestigungsmittels (7) aufweist, wobei sich der Gleitkörper (9) in Richtung zu der Mitte des Nagelkörpers (2) hin verjüngt und mit einer Berührungsfläche (11) ein zweites Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) berührt, und mit einem Spannelement, das in das Ende des Nagelkörpers (2) eingreift und den Gleitkörper (9) mit der Berührungsfläche (11) gegen das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) drückt.

WO 01/43652 A1

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Kompressions-Knochennagel

Die Erfindung betrifft einen Kompressions-Knochennagel zur Kompression von Knochenfragmenten eines Knochens.

Ein Knochennagel bzw. ein Marknagel dient zur Behandlung von Frakturen, Fehlstellungen Unter- und Überlängen, insbesondere bei langen Röhrenknochen. Zur Vermeidung einer langfristigen Bettlägerigkeit oder zur Ruhigstellung werden Knochenfragmente operativ durch Osteosynthese wiedervereinigt. Bereits seit geraumer Zeit werden Marknägel verwendet, die einen in Längsrichtung des Knochennagels geschlitzten und im Querschnitt kleeblatt- oder V-förmig ausgebildeten Nagel einsetzen. Dabei wird durch die transversale Profil-Elastizität eine Verklebung im Markraumrohr des Knochens erreicht.

Mit derartigen Marknägeln kann jedoch nur dann dem Knochen eine ausreichende Stabilität verliehen werden, wenn es sich um relativ einfache Knochenbrüche handelt, bei denen sich die Knochenbruchstücke bzw. Knochenfragmente über dem Knochennagel gegenseitig abstützen. Bei Trümmerbrüchen des Knochens kann es durch Krafteinwirkung, wie beispielsweise den Zug des Muskelmantels oder durch eine externe Belastung zur einer Zusammenstauchung der Knochenbruchstücke über dem Knochennagel kommen. Dies hat eine teilweise erhebliche Knochenverkürzung und das Herausdrücken des Knochennagelendes aus dem Knochen an der Einschlagstelle in die Körperweichteile zur Folge.

Um den Marknagel auch bei Trümmerbrüchen ohne Gefahr des Zusammenstauchens verwenden zu können, wurde daher der sog. Detentionsnagel entwickelt. Die Verriegelung des Marknagels erfolgt gegenüber den Knochenfragmenten durch proximale und distale Bohrlöcher mit transversalen und teilweise auch schräg

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

verlaufenden Knochenschrauben bzw. Schraubbolzen. Durch diese Verriegelungsnagelung werden grobe Verschiebungen der Knochenfragmente über den zentral schienenden Knochennagel vermieden und eine weitgehende Rotationsstabilität gewährleistet.

Allerdings bietet auch der Detentionsnagel keine ausreichende Stabilität, da der geschlitzte Knochennagel nur eine geringe Verbindungssteifigkeit besitzt und die Bruchstücke sich an den Bohrflächen in Folge mangelnder Druckkompression unter dem Einfluß von Biege- und Drehkräften gegeneinander bewegen können. Ein wesentliches Problem besteht dabei vor allem darin, dass die durch runde Querbohrungen des Detentionsnagels führenden Schraubbolzen in den Knochenbruchstücken nicht zusammenrücken können, so dass durch den gegebenenfalls vorhandenen Abstand zwischen den Knochenfragmenten, und durch die mechanische Unruhe aufgrund der nicht ausreichenden Stabilität eine schwerwiegende Störung bei der Knochenheilung auftreten kann. Durch die Anwendung einer mechanischen Knochenfragmentenkompression bzw. Kompressionsosteosynthese werden wesentlich günstigere Heilungsvoraussetzungen zur Heilung von Knochenbrüchen geschaffen. Bei der mechanischen Fragmentkompression wird durch elastische Verspannung und Erhöhung der Reibung an der Knochenbruchstelle die Stabilität erhöht, wobei gleichzeitig größere den Heilungsprozeß störende Relativbewegungen der Knochenbruchstücke bzw. Knochenfragmente vermieden wird.

Ein Verriegelungs-Kompressionsmarknagel, der als ICN-Marknagel (ICN = Interlocking Compression Nail) bezeichnet wird, beruht auf einem proximalen Kompressionsmechanismus über einen Verriegelungsbolzen und auf einer distalen doppelten Verriegelung. Bei diesem Kompressionsnagel wird durch axiale Vorkompression des Nagelknochensystems entlang der Knochennagelachse eine bessere Stabilisierung erzielt. Durch eine zentrale axiale Kompressionsschraube wird dabei in ein Innengewinde am pro-

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

ximalen Nagelende des Knochennagels zur Aufbringung einer Kraft auf den Verriegelungsbolzen bzw. die Verriegelungsschraube eingedreht. Der Verriegelungsbolzen ist dabei in einem Längsschlitz des Knochennagels gelagert und somit lateral beweglich. Durch Eindrehen der Kompressionsschraube wird der Verriegelungsbolzen einschließlich des mit dem Verriegelungsbolzen verbundenen Knochenfragments distal verschoben. Hierdurch ist die Einleitung zusätzlicher Kompressionskräfte bzw. Druckkräfte in den Knochenbruchspalt möglich. Die Kompressionsvernagelung bietet darüber hinaus erhebliche Vorteile bezüglich der Materialbeanspruchung. Während es bei den nicht vorgespannten Verriegelungsnägeln durch die intermittierenden, verschiedenartigen funktionellen Krafteinwirkungen zu ungünstigen Dauerschwingbelastungen mit sog. Null-Durchgängen kommt, die unter Umständen zu Ermüdungsbrüchen von Schrauben und Nägeln führen können, entstehen bei ausreichender hoher mechanischer Vorspannung durch die Kompressionsschraube aufgrund der funktionellen Belastung nur modulierende Lasten ohne Null-Durchgänge. Das Material wird so weniger stark belastet. Der ICN-Kompressionsknochennagel erreicht allerdings ebenfalls teilweise keine ausreichende mechanische Knochen-Fragmentkompression. Die mechanischen Knochen-Fragmentkompression hängt nicht nur von dem Aufbau des Kompressions-Knochennagels ab, sondern maßgeblich auch von der Festigkeit des Knochenlagers im Bereich der Knochen-Verriegelungsbolzen. Bei der Osteoporose, die im fortgeschrittenen Lebensalter vor allem bei Frauen auftritt, ist die Knochenstruktur ausgedünnt und derart geschwächt, dass es bei einer höheren Druckbelastung der Verriegelungsbolzen in den Knochen zu einer plastischen Längsverformung der Knochenbohrlöcher kommen kann oder sogar Fissuren bzw. Frakturen des geschwächten Knochens auftreten können. Darüber hinaus kommt es bei einem höheren mechanischen Druck, der von den Verriegelungsbolzen auf den Knochen ausgeübt wird, grundsätzlich auch

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

zu einer schnelleren zellulären Knochenresorption am Knochenlager, die bei der Knochenmarknagelung gleichfalls eine plastische Längsverformung der Knochen-Bohrlöcher bewirken. Das damit verbundene Wandern der Verriegelungsbolzen im Knochen in Richtung zu der Knochenbruchstelle bzw. Fraktur führt dazu, dass sich die Verriegelungsbolzen von der Spitze der Kompressionsschraube entfernen, wodurch es schließlich zu einem Verlust der mechanischen Kompression bei dem Osteosynthesystem kommt. Nach dem Verlust der mechanischen Kompression sind schließlich nur noch die relativ instabilen Verhältnisse einer statischen Knochenverriegelung gegeben. Eine Verminderung der mechanischen Druckkraft auf die Knochen-Bohrlöcher, in denen die Verriegelungsbolzen gelagert sind, kann bei einer vorgegebenen gewünschten Kompressionskraft durch eine Oberflächenvergrößerung der Verriegelungsbolzen-Flächenauflage im Bohrloch-Knochenlager erreicht werden. Eine einfache Erhöhung des Durchmessers des Verriegelungsbolzens ist dabei aufgrund des begrenzten Knochendurchmessers in der Regel nicht möglich. Die Auflagefläche wird daher dadurch vergrößert, dass man den Auflagedruck auf den Knochen an dem Bohrloch-Knochenlagern dadurch vermindert, dass man anstatt eines Verriegelungsbolzens zwei oder mehrere Verriegelungsbolzen gleichzeitig vorsieht und somit eine Verteilung der Druckkräfte erreicht.

Das deutsche Gebrauchsmuster mit der Rollnummer G 9 401 916.9 beschreibt einen multifunktionellen Kulissen-Marknagel bei dem eine Kulisse bzw. ein Gleitkörper vorgesehen ist, der in dem Knochennagel in Längsrichtung stufenlos arretierbar ist. Der Gleitkörper weist dabei Durchgangsbohrungen zur Aufnahme von Knochen-Verriegelungs-Befestigungsmitteln auf. Fig. 1 zeigt den proximalen Endabschnitt eines derartigen Knochennagels. Bei dem dargestellten Kulissen-Knochennagel wirkt eine proximal angeordnete axiale Kompressionsspannschraube nicht unmittelbar auf das Knochen-Verriegelungs-Befestigungsmittel bzw.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

die Verriegelungsschraube, sondern auf den Gleitkörper, der zwei oder von mehrere transversal oder schräg geneigt verlaufende Bohrungen zur Aufnahme von zwei oder mehreren Verriegelungs-Befestigungsmitteln ausweist. Da die Verriegelungs-Befestigungsmittel bzw. Knochenschrauben unmittelbar hintereinander sitzen, wird dieser Knochennagel auch als modularer Tandem-Kompressionsnagel bzw. TCN-Knochennagel bezeichnet (TCN: Tandem Compression Nail).

In der EP 0 865 769 A1 wird ebenfalls ein modular aufgebauter Marknagel beschrieben. Der Marknagel weist dort einen proximalen Abschnitt, einen mittleren Abschnitt sowie einen distal gelegenen Abschnitt auf, wobei der proximal gelegenen Abschnitt des Marknagels einen Längsschlitz sowie eine darunter angeordnete Querbohrung aufweist. Der distale Abschnitt des Marknagels enthält mindestens eine Querbohrung. Der proximale Abschnitt des Marknagels weist außerdem eine sich über die Länge des Längsschlitzes hinziehende Längsbohrung zur Aufnahme eines Gleitkörpers bzw. Einsatzes auf. Dabei ist der Gleitkörper mit zwei gegenüber der Längsachse geneigt verlaufenden Führungsbohrungen zur Aufnahme von Verriegelungsschrauben, Verriegelungsbolzen oder Klingen versehen.

Der im deutschen Gebrauchsmuster mit der Rollnummer G 9 401 916.9 beschriebene multifunktionelle Kulissen-Marknagel, sowie der in der EP 0 865 769 A1 dargestellte modulare Marknagel haben jedoch den Nachteil, dass die in dem Nagel eingesetzten Gleitkörper eine hohe mechanische Reibung zu dem Nagelkörper aufweisen. Die Gleitkörper bei diesen bekannten Kompressions-Knochennägeln sind relativ lang und weisen eine zylindrische Form auf. In Folge einer Kipp-Verklemmung der zylindrischen Gleitkörper in dem Nagelkörper kommt es zu hohen Reibungsverlusten bei der mechanischen Kompression. Darüber hinaus kommt es bei funktionellen Belastungen zu einem deutlich schnelleren

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Abfall der aufgebrauchten Kompressionskraft, weil durch die elastische Biegung der Verriegelungsschrauben bedingte Federkraftreserve-Weg aufgrund der geringen Biegung der Verriegelungsschrauben verkürzt wird.

Ein weiterer Nachteil bei dem bekannten Kompressions-Knochennagel besteht darin, dass durch den Gleitkörper mindestens zwei Verriegelungsschrauben durchgeführt werden, die starr hintereinander in einer Tandem-Position angeordnet sind. Daher können sich beide Verriegelungsschrauben bei diesen herkömmlichen Kompressions-Knochennägeln nach dem Stand der Technik nur gleichförmig bewegen und sind somit nicht in der Lage sich individuell an die elastischen und plastischen Deformationen der Knochen-Bohrlöcher zur Lagerung der Verriegelungsschrauben anzupassen, wodurch die Kraftverteilung im Knochen ungünstig ist.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kompressions-Knochennagel zu schaffen, der die oben genannten Nachteile vermeidet und eine Kompression von Knochenfragmenten eines Knochens mit geringen Reibungsverlusten bei einer günstigen Kraftverteilung im Knochen bewirkt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Kompressions-Knochennagel mit dem im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Erfindung schafft einen Kompressions-Knochennagel zur Kompression von Knochenfragmenten eines Knochens mit

einem länglichen Nagelkörper, der an mindestens einem Ende Längsschlitze zur Aufnahme von Verriegelungsbefestigungsmitteln für Knochenfragmente aufweist,

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

mindestens einem in dem Nagelkörper einsetzbaren Gleitkörper, der eine Führungsbohrung zur Aufnahme eines ersten Verriegelungs-Befestigungsmittels aufweist, wobei sich der Gleitkörper in Richtung zu der Mitte des Nagelkörpers hin verjüngt und mit einer Berührungsfläche ein zweites Verriegelungs-Befestigungsmittel berührt, und mit

einem Spannelement, das in das Ende des Nagelkörpers eingreift und den Gleitkörper mit der Berührungsfläche gegen das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel drückt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochen Nagels ist der längliche Nagelkörper an einem Ende verjüngt ausgebildet.

Dies bietet den besonderen Vorteil, dass der Kompressions-Knochen Nagel in einfacher Weise in den Knochen eingeführt werden kann.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der längliche Nagelkörper an einem ersten Ende Längsschlitze zur Aufnahme von Verriegelungs-Befestigungsmitteln und an einem zweiten Ende Querbohrungen zur Aufnahme von Verriegelungs-Befestigungsmitteln auf.

Vorzugsweise ist der längliche Nagelkörper über seine Gesamtlänge hohlförmig und bildet ein Nagelrohr mit einer Nagelkörperwandung.

Vorzugsweise werden das durch die Führungsbogen des Gleitkörpers aufgenommene erste verriegelte Befestigungsmittel und das zweite Befestigungsmittel durch gegenüberliegende in der Nagelkörperwandung vorgesehene Längsschlitze geführt.

WO 01/43652**PCT/EP00/11595**

Bei einer alternativen Ausführungsform wird das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel durch zwei gegenüberliegende in der Nagelkörperwandung vorgesehene Querbohrungen geführt.

Der Gleitkörper ist vorzugsweise arretierbar.

Bei einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels verläuft die in dem Körper vorgesehene Führungsbohrung in einem zu der Längsachse des Gleitkörpers geneigten Winkel. Die Führungsbohrungen weisen dabei vorzugsweise einen Neigungswinkel zwischen 120° - 150° bezüglich der Längsachse für eine retrograde Verriegelung einer Knochenfraktur auf.

Bei einer weiteren Ausführungsform weisen die Führungsbohrungen einen Neigungswinkel zwischen 125° und 150° bezüglich der Längsachse für eine schräge Verriegelung der Knochenfraktur auf.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Querschnitt des Nagelkörpers und des darin einsetzbaren Gleitkörpers ovalförmig.

Vorzugsweise ist der Nagelkörper teilweise hohl ausgebildet und weist eine Innenbohrung zum Einsetzen des Gleitkörpers auf.

Der Gleitkörper ist dabei vorteilhafter Weise über eine Führungseinrichtung in die Innenbohrung einsetzbar. Der Vorteil besteht hierbei darin, dass der Gleitkörper in einfacher Weise gleich in der richtigen Stellung in die Innenbohrung des Nagelkörpers eingeführt werden kann.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Dabei wird die Führungseinrichtung bei einer ersten Ausführungsform durch eine in den Nagelkörper-Innenwandung ausgebildete Nut, in die ein an dem Gleitkörper vorgesehener Vorsprung einföhrbar ist, gebildet.

Bei einer alternativen Ausführungsform wird die Führungseinrichtung durch eine in dem Gleitkörper ausgebildeten Nut gebildet, in die ein an dem Nagelkörper-Innenwandung vorgesehener Vorsprung eingreift.

Der Gleitkörper weist vorzugsweise eine in der Längsachse verlaufende Bohrung auf.

Der längliche Nagelkörper ist bei einer bevorzugten Ausführungsform leicht gekrümmt und besitzt einen radialen Krümmungsradius von etwa 1,5 m. Dadurch eignet sich der erfindungsgemäße Kompressions-Knochen Nagel besonders für Oberschenkelknochenbrüche.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform verläuft der längliche Nagelkörper an einem Ende mit einem bestimmten Knickwinkel abgknickt zu der Längsachse. Der Knickwinkel beträgt vorzugsweise etwa 25°. Hierdurch eignet sich der erfindungsgemäße Kompressions-Knochen Nagel besonders für Schienbeinknochenbrüche.

Das Spannelement ist vorzugsweise eine Spannschraube, die in ein Innengewinde eingreift, das an dem Ende des Nagelkörpers vorgesehen ist, wobei die Spannschraube beim Einschrauben den Gleitkörper gegen das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel drückt.

Vorzugsweise weist die Spannschraube einen Schraubkopf auf mit einer Innen- oder Außenmehrkantform auf.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Bei einer alternativen Ausführungsform wird das Spannelement durch einen Bajonettverschluß gebildet.

Die Verriegelungs-Befestigungsmittel sind vorzugsweise Schrauben.

Bei einer alternativen Ausführungsform bestehen die Verriegelungs-Befestigungsmittel aus Bolzen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels ist der Gleitkörper länglich ausgebildet und verjüngt sich nahezu über seine gesamte Länge, so dass der Gleitkörper eine Kippbewegung in der Innenbohrung des Nagelkörpers durchführen kann.

Der Kompressions-Knochennagel besteht vorzugsweise aus rostfreien Edelstahl oder einem anderen Metall, beispielsweise Titan.

Alternativ dazu kann der Kompressions-Knochennagel auch aus Titan hergestellt sein.

Bei einer weiteren Ausführungsform besteht der Kompressions-Knochennagel aus faserverstärkten Kunststoff.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels ist zwischen dem Spannelement und dem Gleitkörper ein Federungsbauelement vorgesehen. Dies bietet den besonderen Vorteil, dass der Federkraftweg vergrößert wird und die Federkraftreserve für einen längeren Zeitraum zwischen dem Spannelement und dem Gleitkörper aufrecht erhalten wird.

WO 01/43652**PCT/EP00/11595**

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht das Federungsbauelement aus einer Spiralfeder. Die Spiralfeder weist vorzugsweise einen Federungsweg von mindestens 3 mm auf.

Dabei beträgt die Federkraftreserve bei maximaler Vorspannung vorzugsweise mindestens 600 Newton.

Bei einer alternativen Ausführungsform wird das Federungsbauelement durch eine Tellerfeder gebildet.

Bei einer weiteren Ausführungsform besteht das Federungsbauelement aus zwei ineinander gesteckten Doppelfedern.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist die Berührungsfläche des Gleitkörpers zu dem zweiten Verriegelungsbefestigungsmittel abgerundet.

Bei einer alternativen Ausführungsform ist die Berührungsfläche des Gleitkörpers abgeschrägt.

Hierdurch kann auch das zweite Verriegelungs-Bauelement schräg in den Knochen eingesetzt werden.

Der Nagelkörper ist vorzugsweise mit einer bioaktiv osteotaktisch wirksamen oder antiinfektiösen Schicht überzogen.

Diese osteotaktisch wirksame Schicht besteht vorzugsweise aus Hydroxylapatit oder Tricalciumphosphat.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform befindet sich zwischen dem Gleitkörper und der Innenwandung des Nagelkörpers ein Gleitmittel zur weiteren Herabsetzung der aufgetretenen Reibung.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1 den proximalen Endabschnitt eines Kompressions-Knochennagels mit einem zylinderförmigen Gleitkörper nach dem Stand der Technik;

Figur 2 eine Ausführungsform des Kompressions-Knochennagels zur Kompression von Knochenfragmenten eines Knochens gemäß der Erfindung;

Figur 3 eine Schnittansicht durch einen gebrochenen Knochen, in dem der erfindungsgemäße Kompressions-Knochennagel eingesetzt ist;

Figur 4 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels, die sich besonders für den Tibia- oder Humerusknochen eignet;

Figuren 5a, b, c verschiedene Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels;

Figuren 6a, b weitere Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels durch Variation der Ausrichtung der Verriegelungs-Befestigungsmittel.

Figur 2 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels zur Kompression von Knochenfragmenten, die sich insbesondere für eine Femurknochen eignet.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Der Kompressions-Knochennagel 1 weist einen länglichen Nagelkörper 2 auf, der hohl ist und eine dünne Nagelkörperwandung 3 besitzt. An einem proximalen Ende des Nagelkörpers 2 weist dieser Längsschlitze 4, 5 zur Aufnahme von quer verlaufenden Verriegelungs-Befestigungsmitteln 7, 8 auf. In den Nagelkörper 2 ist an dem proximalen Ende ein Gleitkörper 9 eingesetzt, der eine Führungsbohrung 10 zur Aufnahme des oberen Verriegelungs-Befestigungsmittels 7 aufweist. Der Gleitkörper 9 ist länglich ausgebildet und verjüngt sich in Richtung zu der Mitte des Nagelkörpers 2. Der Gleitkörper 9 besitzt eine Berührungsfläche 11 mit der er das untere Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 berührt. Darüber hinaus weist der in Figur 2 dargestellte Gleitkörper 9 eine in Längsrichtung verlaufende Bohrung auf.

An dem proximalen oberen Ende des in Figur 2 dargestellten Kompressions-Knochennagels 1 ist ferner ein Spannelement 12 in Form einer Spannschraube vorgesehen, die in das proximale Ende des Nagelkörpers 2 eingreift und den Gleitkörper 9 mit seiner Berührungsfläche 11 über ein Federungsbauelement 13 gegen das Verriegelungs-Bauelement 7 drückt. Hierzu wird die Spannschraube 12 in ein an dem proximalen Ende des Nagelkörpers 2 vorgesehenes Innengewinde 14 eingeschraubt.

Um den Nagelkörper 2 besser in den Knochen einzuführen, verjüngt sich der Nagelkörper 3 an dem unteren distalen Ende, wie man aus Figur 2 erkennen kann. An dem distalen Ende besitzt der in Figur 2 dargestellte Kompressions-Knochennagel 1 Querbohrungen 15, 16 zur Aufnahme von weiteren Verriegelungs-Befestigungsmitteln 19, 20.

Das durch die Führungsbohrung 10 des Gleitkörpers 9 aufgenommene verriegelte Befestigungsmittel 7 und das Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 werden durch die in der Nagelkörperwandung 3 ausgebildeten gegenüber liegenden Längsschlitze 4, 5

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

geführt. Das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 kann dabei alternativ auch durch zwei gegenüberliegende in der Nagelkörperwandung vorgesehene Querbohrungen geführt werden, die keine Bewegung des Verriegelungs-Befestigungsmittels 8 in der Längsrichtung des Nagelkörpers erlauben.

Der Kompressions-Knochen Nagel 1 besteht aus einem biokompatiblen Material, beispielsweise aus rostfreien Edelstahl- oder einer Titanlegierung oder einem faserverstärkten Kunststoff. Das Federungsbauelement 13 dient zur Vergrößerung des Federkraftweges und zur längeren Aufrechterhaltung der Federkraftreserve zwischen dem Spannelement 12 und dem proximalen Ende des Gleitkörpers 9. Das Federungsbauelement 13 besteht bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform aus einer Spiralfeder, deren Federweg vorzugsweise mindestens 3 mm und deren Federkraftreserve bei maximaler Vorspannung mindestens 600 N beträgt. Die Feder ist dabei nur bei einer Vorspannung in Höhe der maximal erzielbaren elastischen Kompressionskräfte völlig komprimiert, so dass die Feder bei Knochenresorption am Auflager der Verriegelungs-Befestigungsmittel noch mit großer und zeitlich langsam abfallender Kompressionskraft weiter wirken kann. Bei alternativen Ausführungsformen kann das Federungsbauelement 13 auch aus einer Tellerfeder oder einem plastischen Federungsbauelement bestehen. Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform besteht das Federungsbauelement 13 aus einer ineinander gesteckten Doppelfeder.

Der in Figur 2 dargestellte Gleitkörper 9 weist aufgrund dessen, dass er sich zu der Mitte des Nagelkörpers 2 hin verjüngt, eine geringe Reibung mit der Nagelkörperwandung 3 auf. Dabei verjüngt sich der Gleitkörper 9 vorzugsweise nahezu über seine gesamte Länge, so dass er eine Kippbewegung innerhalb des Nagelkörpers 2 im Verhältnis zur Achse des Nagelkörpers durchführen kann. Hierdurch wird eine Kippverklemmung zwischen

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

dem Gleitkörper 9 und dem Nagelkörper 2 vermieden. Zur weiteren Vermeidung von Verklemmungsreibung ist der Gleitkörper 9 bei einer bevorzugten Ausführungsform proximal im Querschnitt leicht ovalförmig ausgebildet, wobei sich das distale Ende des Gleitkörpers 9 so verjüngt, dass der Gleitkörper 9 nur in einem relativ kurzem Abschnitt in der Nähe der Querbogen 10 einen Reibungskontakt mit der Nagelwandung 3 hat. Durch den in Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagel 1 können hohe anfängliche Kompressionskräfte erreicht werden, da keine wesentlichen Reibungsverluste auftreten. Bei funktionellen Belastungen des Knochens werden durch den erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagel 1 die Deformationen bzw. Verformungen am belasteten Bohrungslochrand im Knochen im Bereich der Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 wesentlich vermindert und günstiger verteilt. Durch den langen Federkraftweg und die hohe Federkraftreserve vermindert sich die Spannkraft und somit die Kompressionskraft für die Osteosynthese viel langsamer, wodurch der Heilungsprozeß gefördert wird.

Die in Figur 2 gezeigte erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 weist es einen länglichen Nagelkörper 2 mit einer Nagelwandung 3 auf. Der Nagelkörper 2 ist bei dieser Ausführungsform leicht gekrümmt und besitzt einen radialen Krümmungsradius von etwa 1,5 m. Hierdurch eignet sich der in Figur 2 gezeigte Kompressions-Knochennagel besonders für den menschlichen Femurknochen.

Die Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 sind entweder Verriegelungsschrauben oder Bolzen.

Als Spannelement 12 kann alternativ zu der in Figur 2 dargestellten proximalen Spannschraube 12 auch ein Bajonettverschluß verwendet werden.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Der Nagelkörper 2 ist bei dem in Figur 2 gezeigten erfindungsgemäßen Beispiel durchgängig hohlförmig. Bei alternativen Ausführungsformen weist der Nagelkörper 3 jedoch lediglich an dem proximalen Ende eine Innenbohrung zum Einsetzen des Gleitkörpers 9 auf.

Der Gleitkörper 9 ist vorzugsweise über eine Führungseinrichtung in den Nagelkörper 2 bzw. die Innenbohrung einsetzbar. Dabei wird die Führungseinrichtung beispielsweise durch eine Außenfalz in der Nagelwandung 3 und durch einen an dem Gleitkörper 9 vorgesehenen Führungsdorn bzw. Vorsprung gebildet. Die Außenfalz bildet dabei eine nutförmige Ausnehmung in der Nagel-Innenwandung. Alternativ dazu kann die Führungseinrichtung auch durch eine in dem Gleitkörper 9 vorgesehene nutförmige Ausnehmung gebildet werden, in die eine an der Nagel-Innenwandung vorgesehenen Innenfalz bzw. ein durchgehend verlaufender länglicher Vorsprung eingreift.

Die Führungseinrichtung erlaubt es, den Gleitkörper in einfacher Weise sofort in der richtigen Stellung in den Nagelkörper 2 einzusetzen. Darüber hinaus verhindert die Führungseinrichtung eine relative Drehbewegung des Gleitkörpers 9 innerhalb des Nagelkörpers 2. Hierdurch werden Fehlstellungen der Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 verhindert.

Die Berührungsfläche 11 des Gleitkörpers 9 ist bei einer bevorzugten Ausführungsform leicht abgerundet, wodurch die Kippbewegung des Gleitkörpers 9 innerhalb des Nagelkörpers 2 erleichtert wird und somit eine Verklebung verhindert wird.

Bei bestimmten Anwendungen wird die Berührungsfläche 11 des Gleitkörpers 9 schräg verlaufend zur Längsachse des Gleitkör-

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

pers 9 ausgebildet. Hierdurch ist es möglich das Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 schräg in dem Knochen einzusetzen.

Der Nagelkörper 2 wird bei bevorzugten Ausführungsformen mit einer bioaktiv osteotaktisch wirksamen Schicht überzogen, wie beispielsweise Hydroxylapatit oder Tricalciumphosphat.

Um die Reibung zwischen dem Gleitkörper 9 und der Nagel-Innenwandung bzw. Innenbohrung des Nagelkörpers 2 weiter zu vermindern, können zusätzlich Gleitmittel zwischen dem Gleitkörper 9 und der Innenwandung vorgesehen werden.

Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform weist der Kompressions-Knochennagel 1 die Spannschraube 12 und das Federungsbauelement 13, sowie den Gleitstein 9 lediglich an dem proximalen oberen Ende des Knochennagels 1 auf. Dieser Kompressionsmechanismus kann jedoch auch an dem distalen Ende oder sowohl an dem proximalen Ende als auch dem distalen Ende des Kompressions-Knochennagels 1 vorgesehen werden.

Figur 3 zeigt wie die in Figur 2 dargestellte erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 zur Heilung eines Oberschenkelknochenbruchs eingesetzt ist. Wie man aus dem Figur 3 dargestellten Querschnitt erkennen kann, weist der gebrochene Oberschenkelknochen 17 ein oberes Knochenfragment 17a und ein unteres Knochenfragment 17b auf. Der Knochen 17 ist an einer Knochenbruchstelle 18 getrennt. In Längsrichtung durch beide Knochenfragmente hindurch verläuft der Nagelkörper 2. Der Nagelkörper 2 ist an dem distalen Ende über die Verriegelungs-Befestigungsmittel 19, 20 mit dem unteren Knochenfragmenten 17b verriegelt. Die Verriegelungs-Befestigungsmittel 19, 20 verlaufen durch die in Figur 2 dargestellten Querbohrungen 15, 16.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Das obere Knochenfragment 17a ist über das Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, das durch den Gleitkörper 9 geführt ist, sowie durch das Verriegelungs-Befestigungsmittel 8 mit dem Kompressions-Knochennagel 1 verbunden. Durch Festziehen der Spannschraube 12 wird eine Kompressionskraft auf das erste Verriegelungs-Befestigungsmittel 7 über den Gleitkörper 9 aufgebracht. Gleichzeitig drückt der Gleitkörper 9 auf das Verriegelungs-Befestigungsmittel 8, so dass beide Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 eine Druckkraft auf das obere Knochenfragment 17a ausüben. Auf die Knochenbruchstelle 18 wirkt somit von beiden Seiten eine Kompressionskraft, die die Stabilität erhöht und den Heilungsprozeß erheblich fördert.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels, die sich insbesondere für einen Tibiaknochen oder einen Humerusknochen eignet. Bei dieser Ausführungsform verläuft der längliche Nagelkörper 2 an dem proximalen Ende knickförmig und weist einen bestimmten Knickwinkel in Abhängigkeit von dem zu heilenden Knochen auf. Der Knickwinkel beträgt vorzugsweise etwa 25 Grad. Bei dieser sogenannten Herzog-Knickung eignet sich, wie in Figur 4 gezeigt, der Kompressions-Marknagel 1 besonders für den Schienbeinknochen. Wie man aus Figur 4 weiter entnehmen kann, ist die Berührungsfläche 11 des Gleitkörpers 9 bei dieser Ausführungsform schräg ausgebildet, so dass eine vorteilhafte Kraftübertragung von dem Spannelement 12 über den Gleitkörper 9 auf das zweite Verriegelungs-Bauelement 8 gewährleistet ist.

Figur 5 zeigt verschiedene Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1.

Durch den erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 kann eine doppelte primäre Kompression über zwei Verriegelungs-

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Befestigungsmittel erreicht werden, wie man aus Figur 5a erkennen kann.

Alternativ dazu kann aber auch eine einfache Kompression mittels eines proximal gelegenen Verriegelungs-Bauelements erreicht werden (wie man aus Figur 5b erkennen kann) oder durch ein unterhalb des Gleitkörpers 9 gelegenes Verriegelungs-Bauelement, wie in Figur 5c gezeigt 1.

Die Figuren 6a, 6b zeigen weitere Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 durch Variation des eingesetzten Gleitkörpers 9.

Bei der in Figur 6a gezeigten Ausführungsform weist der Gleitkörper 9 eine zur Längsachse des Gleitkörpers geneigt verlaufende Führungsbohrung auf, die einen bestimmten Neigungswinkel besitzt. Der Neigungswinkel kann zwischen 120° und 150° für eine retrograde Verriegelung der Fraktur oder zwischen 125° und 150° für eine antigrade Verriegelung der Fraktur liegen.

Bei der in Figur 6b gezeigten Ausführungsform ist sowohl die Führungsbohrung innerhalb des Gleitkörpers 9 als auch die Berührungsfläche 11 des Gleitkörpers schräg ausgebildet, so dass beide Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 mit einem bestimmten Neigungswinkel zu der Längsachse des Kompressions-Knochennagels in den Knochen einsetzbar sind.

Die axiale Kompression durch den erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagel 1 bewirkt einen stabilisierenden Effekt bei gleichzeitiger Erhöhung der Steifigkeit und signifikante Reduktion der Relativbewegungen zwischen den Knochenfragmenten.

Da die beiden Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 nicht starr innerhalb des Gleitkörpers 9 angeordnet sind, sondern

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

eine Relativbewegung zwischen den beiden Verriegelungs-Befestigungsmitteln 7, 8 in Querrichtung zur Längsachse des Kompressions-Knochennagels 1 möglich ist, kommt es zu einer günstigeren mechanischen Lastverteilung in dem Knochen.

Ein Abfall der Verspannungskraft bei plastischer Deformierung des Knochens wird bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Kompressions-Knochennagels durch die erhöhte Federenergiereserve aufgrund des Federelements 13 entgegen gewirkt.

Von den distalen Knochenfragmenten 17a wird über die Verriegelungs-Befestigungsmittel 7, 8 Kraft mechanisch in den erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagel leingeleitet. Der Kompressions-Knochennagel 1 leitet dann als zentraler Kraftträger diese mechanische Kraft proximal über die am proximalen Ende gelegenen Verriegelungs-Befestigungsmittel 19, 20 in das proximale Knochenfragment 17b fort. Durch die Kompressionsschraube 12 wird ferner ein Druck auf die Knochenbruchstelle 18 zur Förderung des Heilungsprozesses ausgeübt.

Der Gleitkörper 9 ist einachsrig ausgebildet, d. h. weist lediglich eine Führungsbohrung zur Aufnahme eines Verriegelungs-Befestigungsmittels 7 auf.

Vorzugsweise sind am proximalen Nagelende vorwiegend transversal ausgerichtete Ausfräsungen vorgesehen, die das korrekte Einsetzen eines Zielinstruments für die Nagelbohrungen ermöglicht.

Das am proximalen Ende des Kompressions-Knochennagels 1 vorgesehene Innengewinde 14 zum Einsetzen der Spannschraube 12 kann auch zum Einsetzen eines Einschlags- bzw. eines Ausschlagsinstruments dienen. Das Innengewinde 14 ist vorzugsweise ein metrisches Muttergewinde zum Einschrauben axialer Spannschrau-

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

ben, wobei die Spannschrauben vorzugsweise Mehrkantschrauben mit einem Innen-Sechskant- oder einer Außen-Sechskantform sind.

Der Durchmesser des erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 beträgt etwa 9 - 14 mm. Das in den Nagelkörper 2 eingesetzte Spiralfederelement weist vorzugsweise einen Außendurchmesser von etwa 7,8 mm auf und besteht aus einer CoCr-Legierung.

Die Länge des Gleitkörpers 9 beträgt vorzugsweise unter 30 mm. Diese geringe Länge des Gleitkörpers ist möglich, da der Gleitkörper 9 nur eine Führungsbohrung 10 zur Aufnahme eines Verriegelungs-Befestigungsmittels 7 aufweist. Durch die Verkürzung des Gleitkörpers 9 kann in die am proximalen Ende vorgesehene modulare Kammer auch das Federbauelement 13 und die Spannschrauben 12 eingesetzt werden ohne die modulare Kammer verlängern zu müssen.

Die Länge der erfindungsgemäßen Kompressions-Knochennagels 1 ist bei einer bevorzugten Ausführungsform einstellbar.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Patentansprüche

1. Kompressions-Knochennagel zur Kompression von Knochenfragmenten (17a, 17b) eines Knochens (17) mit:
 - a) einem länglichen Nagelkörper (2), der an mindestens einem Ende Längsschlitze (4, 5) zur Aufnahme von Verriegelungs-Befestigungsmitteln (7, 8) für ein Knochenfragment (17a) aufweist;
 - b) mindestens einem in dem Nagelkörper (2) einsetzbaren Gleitkörper (9), der eine Führungsbohrung (10) zur Aufnahme eines ersten Verriegelungs-Befestigungsmittels (7) aufweist, wobei sich der Gleitkörper (9) in Richtung zu der Mitte des Nagelkörpers (2) hin verjüngt und mit einer Berührungsfläche (11) ein zweites Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) berührt, und mit
 - c) einem Spannelement (12), das in das Ende des Nagelkörpers (2) eingreift und den Gleitkörper (9) mit der Berührungsfläche (11) gegen das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) drückt.
2. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der längliche Nagelkörper (2) sich an einem Ende verjüngt.
3. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der längliche Nagelkörper (2) an einem ersten Ende die Längsschlitze (4, 5) zur Aufnahme von weiteren Verriegelungs-Befestigungsmitteln (7, 8) und an einem zweiten

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

Ende Querbohrungen (15, 16) zur Aufnahme von weiteren Verriegelungs-Befestigungsmitteln (19, 20) aufweist.

4. Kompressions-Knochennagels nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der längliche Nagelkörper (2) über seine Gesamtlänge hohlförmig ist und ein Nagelrohr mit einer Nagelkörperwandung (3) bildet.
5. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das durch die Führungsbohrung (10) des Gleitkörpers (9) aufgenommene erste Verriegelungs-Befestigungsmittel (7) und das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) durch gegenüberliegenden Längsschlitze 4, 5 geführt werden, die in der Nagelkörperwandung (3) vorgesehen sind.
6. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) durch zwei gegenüberliegende Querbohrungen geführt wird, die in der Nagelkörperwandung (3) vorgesehen sind.
7. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitkörper (9) arretierbar ist.
8. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsbohrung (10) in einem zu der Längsachse des Gleitkörpers (9) geneigten Winkel durch den Gleitkörper (9) verläuft.
9. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der geneigte Winkel zwischen 120° und 150° liegt.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

10. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der geneigte Winkel zwischen 125° und 150° liegt.
11. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Nagelkörpers (2) und des darin einsetzbaren Gleitkörpers (9) ovalförmig ist.
12. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nagelkörper (2) mindestens teilweise hohlförmig ist und eine Innenbohrung zum Einsetzen des Gleitkörpers (9) aufweist.
13. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitkörper (9) über eine Führungseinrichtung in die Innenbohrung einsetzbar ist.
14. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungseinrichtung aus einer in der Nagelkörper-Innenwandung ausgebildeten Nut besteht, in die ein an dem Gleitkörper (9) vorgesehener Vorsprung einführbar ist.
15. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungseinrichtung durch einen in dem Gleitkörper (9) vorgesehene Nut gebildet wird, in die eine an dem Nagelkörper-Innenwandung vorgesehener Vorsprung eingreift.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

16. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitkörper (9) eine in Längsrichtung verlaufende Bohrung aufweist.
17. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der längliche Nagelkörper (2) gekrümmt ist und einen radialen Krümmungsradius von etwa 1,5 m aufweist.
18. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der längliche Nagelkörper (2) an einem Ende mit einem bestimmten Knickwinkel zur Längsachse verläuft.
19. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Knickwinkel etwa 25° beträgt.
20. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (12) eine Spannschraube ist, die in ein an dem Ende des Nagelkörpers (2) vorgesehenes Innengewinde (14) eingreift und beim Einschrauben den Gleitkörper (9) gegen das zweite Verriegelungs-Befestigungsmittel (8) drückt.
21. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-19, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (12) ein Bajonettverschluß ist.
22. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verriegelungs-Befestigungsmittel (7, 8, 19, 20) Schrauben sind.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

23. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 - 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Verriegelungs-Befestigungsmittel (7, 8, 19, 20) Bolzen sind.
24. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitkörper (9) länglich ausgebildet ist und sich nahezu über seine Gesamtlänge verjüngt, so dass der Gleitkörper eine Kippbewegung in der Innenbohrung des Nagelkörpers (2) durchführen kann.
25. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressions-Knochennagel aus einer rostfreien Edelstahllegierung besteht.
26. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, 1-24 dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressions-Knochennagel aus einer Titanlegierung besteht.
27. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, 1-24 dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressions-Knochennagel aus faserverstärkten Kunststoff besteht.
28. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Spannelement (12) und dem Gleitkörper (9) ein Federungsbauelement (13) vorgesehen ist.
29. Kompressions-Knochennagel nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Federungsbauelement (13) eine Spiralfeder ist.

WO 01/43652**PCT/EP00/11595**

30. Kompressions-Knochen Nagel nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiralfeder einen Federungsweg von mindestens 3 mm aufweist.
31. Kompressions-Knochen Nagel nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Federungsbauelement (13) eine Tellerfeder ist.
32. Kompressions-Knochen Nagel nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Federungsbauelement (13) durch eine ineinander gesteckte Doppelfeder gebildet wird.
33. Kompressions-Knochen Nagel nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Federkraftreserve bei maximaler Vorspannung 600 N beträgt.
34. Kompressions-Knochen Nagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührungsfläche (11) des Gleitkörpers (9) abgerundet ist.
35. Kompressions-Knochen Nagel nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-33, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührungsfläche (11) des Gleitkörpers (9) abgeschrägt ist.
36. Kompressions-Knochen Nagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nagelkörper (3) mit einer bioaktiv osteotaktisch wirksamen Schicht überzogen ist.
37. Kompressions-Knochen Nagel nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die osteotaktisch wirksame Schicht aus Hydroxylapatit oder Tricalciumphosphat besteht.

WO 01/43652

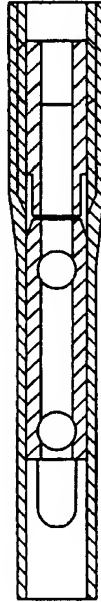
PCT/EP00/11595

38. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gleitmittel zwischen dem Gleitkörper (9) und der Innenbohrung des Nagelkörpers (2) vorgesehen ist.
39. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Nagelkörpers (2) mechanisch einstellbar ist.
40. Kompressions-Knochennagel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Nagelkörpers (2) etwa 1 cm beträgt.

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

1/6



StdT

Fig.1

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

2/6

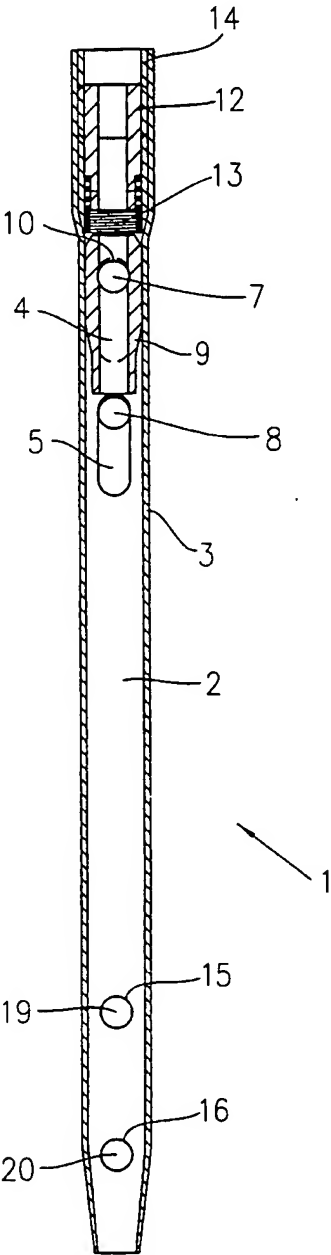


Fig.2

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

3/6

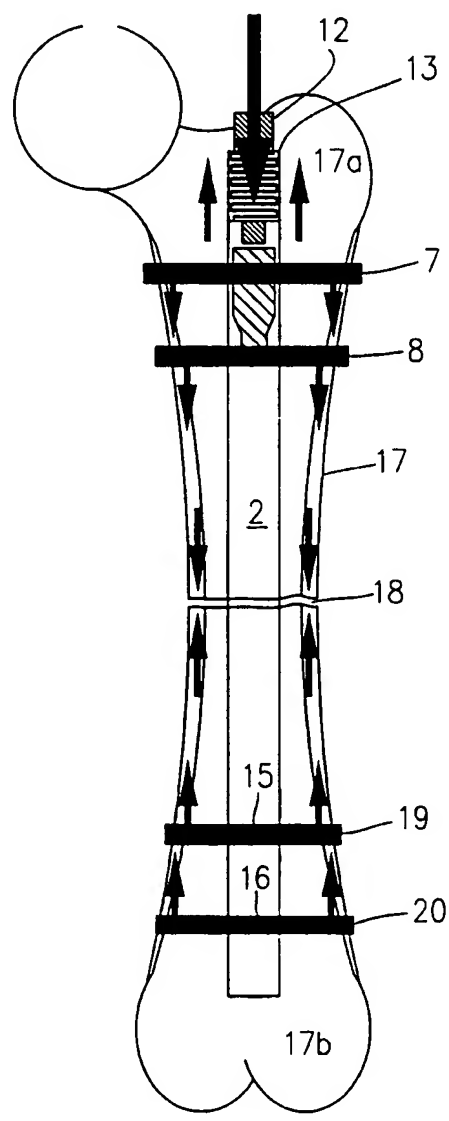


Fig.3

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

4/6

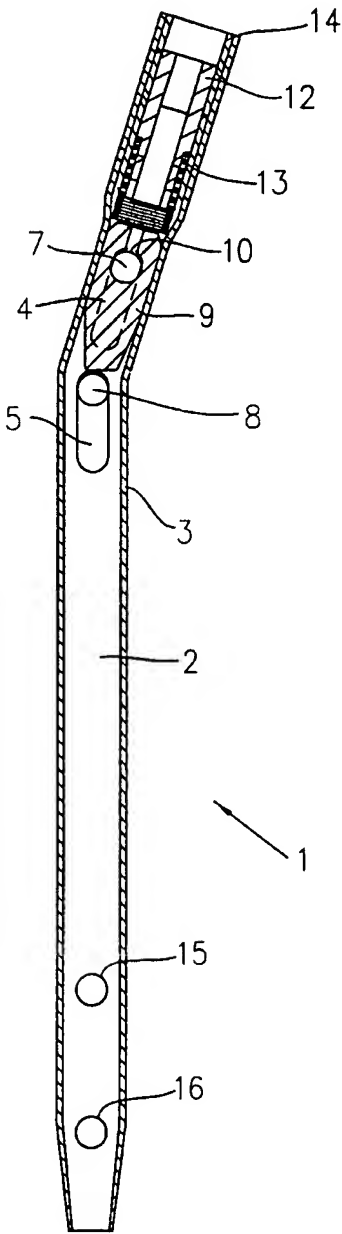


Fig.4

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

5/6

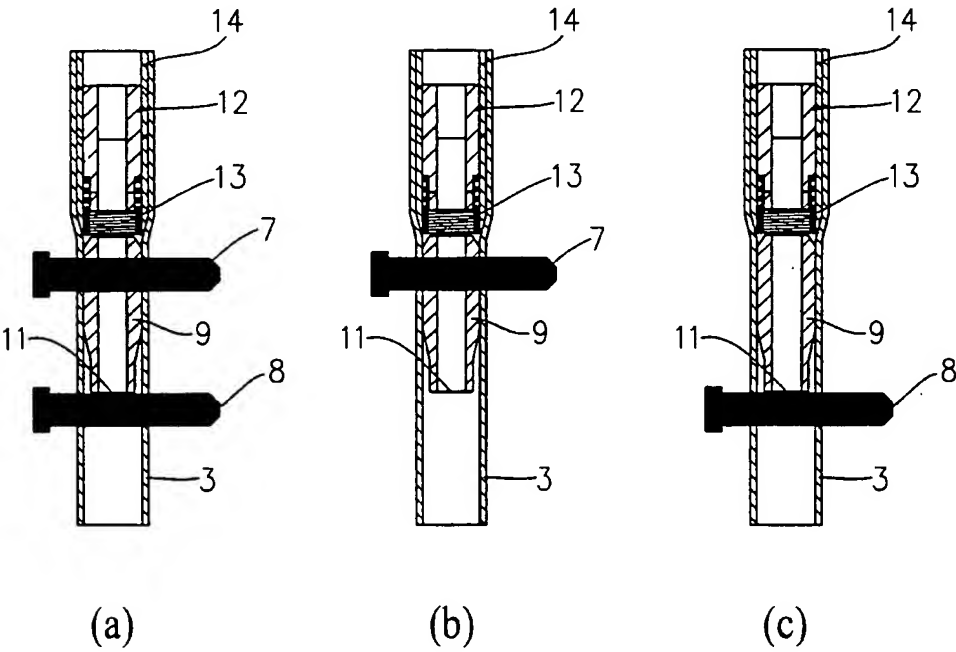


Fig.5

WO 01/43652

PCT/EP00/11595

6/6

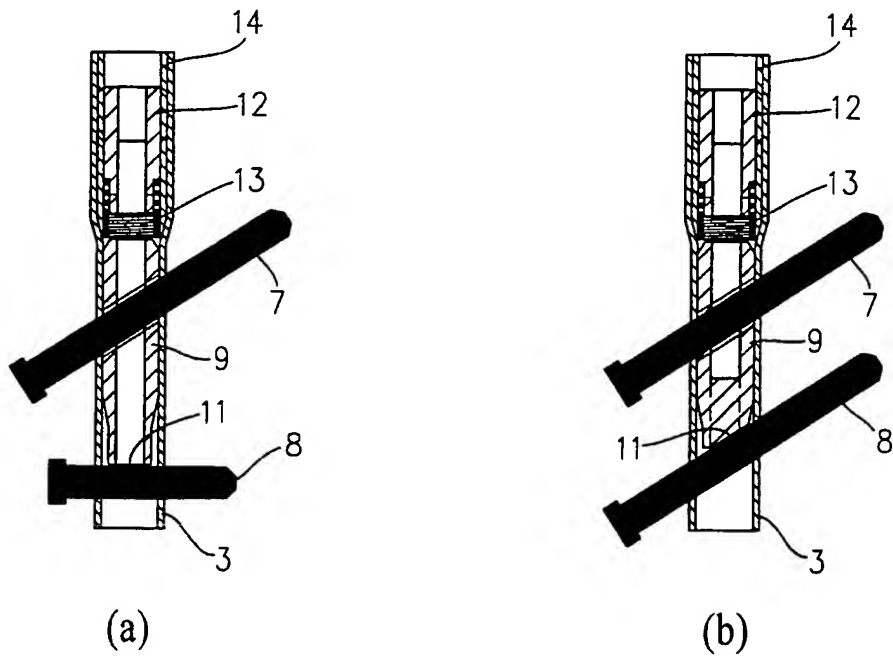


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/11595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61B17/72

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 865 769 A (OSTEO AG) 23 September 1998 (1998-09-23)	1-3, 5-10, 12-16, 20,22,34
Y	column 2, line 13 - line 44 column 3, line 17 - column 4, line 55; figures 1,4-6	4,21,23
Y	US 4 875 475 A (SCHUERCH HANS ET AL) 24 October 1989 (1989-10-24) column 4, line 16 - column 5, line 33 column 5, line 64 - column 6, line 46 column 11, line 1 - line 9; figures 1-7	4
Y	DE 22 46 274 A (ORTOPEDIA GMBH) 28 March 1974 (1974-03-28) page 4, line 22 - page 6, line 16 claim 7; figures 1-3	21,23
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2001

Date of mailing of the international search report

30/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Georgiou, Z

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: lonal Application No
PCT/EP 00/11595

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 505 734 A (MANISCALCO PIETRO ET AL) 9 April 1996 (1996-04-09) column 1, line 58 -column 2, line 35 -----	1-3, 28-32
A	DE 22 60 839 B (SCHILGEN, LUDGER) 27 June 1974 (1974-06-27) column 3, line 15 - line 27 column 4, line 15 - line 45; figures 1,2 -----	28,29, 31,32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/11595

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0865769 A	23-09-1998	AU 6305898 A EP 0969774 A WO 9841161 A TW 381970 B ZA 9802163 A	12-10-1998 12-01-2000 24-09-1998 11-02-2000 14-09-1998
US 4875475 A	24-10-1989	CH 666176 A DE 3541597 A DE 8533134 U FR 2573978 A GB 2167963 A,B	15-07-1988 05-06-1986 03-04-1986 06-06-1986 11-06-1986
DE 2246274 A	28-03-1974	NONE	
US 5505734 A	09-04-1996	IT MI932122 A	06-04-1995
DE 2260839 B	27-06-1974	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/11595

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61B17/72

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 865 769 A (OSTEO AG) 23. September 1998 (1998-09-23)	1-3, 5-10, 12-16, 20,22,34
Y	Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 44 Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 55; Abbildungen 1,4-6	4,21,23
Y	US 4 875 475 A (SCHUERCH HANS ET AL) 24. Oktober 1989 (1989-10-24) Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 5, Zeile 33 Spalte 5, Zeile 64 - Spalte 6, Zeile 46 Spalte 11, Zeile 1 - Zeile 9; Abbildungen 1-7	4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. März 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/03/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Georgiou, Z

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/11595

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 22 46 274 A (ORTOPEDIA GMBH) 28. März 1974 (1974-03-28) Seite 4, Zeile 22 -Seite 6, Zeile 16 Anspruch 7; Abbildungen 1-3 ---	21,23
A	US 5 505 734 A (MANISCALCO PIETRO ET AL) 9. April 1996 (1996-04-09) Spalte 1, Zeile 58 -Spalte 2, Zeile 35 ---	1-3, 28-32
A	DE 22 60 839 B (SCHILGEN, LUDGER) 27. Juni 1974 (1974-06-27) Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 27 Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 45; Abbildungen 1,2 -----	28,29, 31,32

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/11595

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0865769 A	23-09-1998	AU 6305898 A EP 0969774 A WO 9841161 A TW 381970 B ZA 9802163 A	12-10-1998 12-01-2000 24-09-1998 11-02-2000 14-09-1998
US 4875475 A	24-10-1989	CH 666176 A DE 3541597 A DE 8533134 U FR 2573978 A GB 2167963 A,B	15-07-1988 05-06-1986 03-04-1986 06-06-1986 11-06-1986
DE 2246274 A	28-03-1974	KEINE	
US 5505734 A	09-04-1996	IT MI932122 A	06-04-1995
DE 2260839 B	27-06-1974	KEINE	